

## 工場の緑地敷地を利用した遊水地の外水・内水氾濫に対する効果

### Effect of Reservoirs using Green Area in Factories against Inundation due to River and Inland Waters

○戸塚夏萌<sup>1</sup>, 後藤浩<sup>2</sup>

\*Natsume Totsuka<sup>1</sup> and Hiroshi Gotoh<sup>2</sup>

Abstract : In recent years, global climate change has caused many serious floods around the world. So, Japan has recently introduced the concept of 'Green Infrastructure', which has been effective in urban flood control. Green infrastructures have been used in governmental facilities, but it might be also provided a system in flood mitigation if it is introduced in private facilities such as factories accompanying large green areas. In this study, it has been investigated that the effect of excavating green areas in factories to store rainwater on reducing damage caused by inundation due to river and inland waters.

**1. はじめに** 近年, 地球規模の気候変動に伴い, わが国では, 毎年, 夏季には豪雨災害が起きている<sup>[1]</sup>. 従来, 著者らは, グリーンインフラによる洪水対策の概念を広げ, 民地である大規模工場の広大な緑地を掘り下げて洪水対策を行うことを提案し, その効果について検討した<sup>[2]</sup>. 本報では, 工場緑地を遊水地として利用するものとして, 河川の洪水流量の調整 (以下, 外水氾濫対策と呼ぶ) に活用する場合と内水氾濫対策として活用する場合についての効果について考察した. すなわち, 外水氾濫対策については, 遊水地に取水することによる河川水位の低減の程度について簡易的に計算を行った. また, 内水氾濫対策については, 研究対象地域で適用されている確率降雨波形から降雨低減効果の検討結果を示し, 事業実施上の留意点について考察した.

**2. 研究方法** 本研究では, **Figure.1** に示す横浜市戸塚区柏尾川沿川を対象とした<sup>[3]</sup>. 本研究で行った3つの項目について説明する.

①**工場面積・貯留量の推算** 当該地域のハザードマップにより浸水予測エリアの工場を抽出し, 工場面積を企業のHP等<sup>[4]~[7]</sup>から入手した. なお, HP等に記載がない場合はGoogle Earth Proを用いて求めた. そして, 工場立地法に基づく指針である「緑地面積20%」<sup>[8]</sup>より, 緑地部分を掘り下げた場合の貯留量を推算した. この貯留量をもとに, 次の②, ③の項目について検討を行った.

②**外水氾濫対策の効果の検討** 河川洪水流を等流とみなしてManningの式<sup>[9]</sup>である(1)式をもとに検討を行った.

$$Q = \frac{A}{n} R^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

ここに,  $Q$  は流量 (計画高水流量とする),  $n$  は粗度係数,  $A$  は流積,  $R$  は径深,  $i$  は河床勾配である. 現地の状況を視察した結果, 河川断面は, おおむね **Figure.2** に示すような台形断面とみなすことができるため, (1) 式は以下のように変形することができる.

$$\frac{nQ}{i^{1/2}} = \frac{(bh + mh^2)^{5/3}}{n(b + 2h\sqrt{1+m^2})^{2/3}} \quad (2)$$

ここに,  $m$  は側壁勾配,  $h$  は河川の水深 (等流水深),  $b$  は川底の幅である. すなわち, 計算は試算法を用い, 河川の上流部から取水しない場合と上流部に **Photograph.1** に示すような横越流堰を設置して取水し工場緑地に遊水させた場合の水位低下量を比較した. また, 取水量と取水可能時間との関係を算出した.

③**内水氾濫対策の効果の検討** 横浜市が提案している5年確率降雨強度式(3)式 (最大降雨強度 47mm/hr)<sup>[10]</sup>を用いて, 24時間連続降雨の中央集中型降雨波形を作成した.

$$I = \frac{880}{t^{0.65} + 4.4} \quad (3)$$

ここに,  $I$  は降雨強度,  $t$  は降雨時間である. 計画降雨を作成して低減効果の程度を示し, 内水氾濫対策としての利用法について検討した. そして, 集水方法に関する課題への対策を提言した.

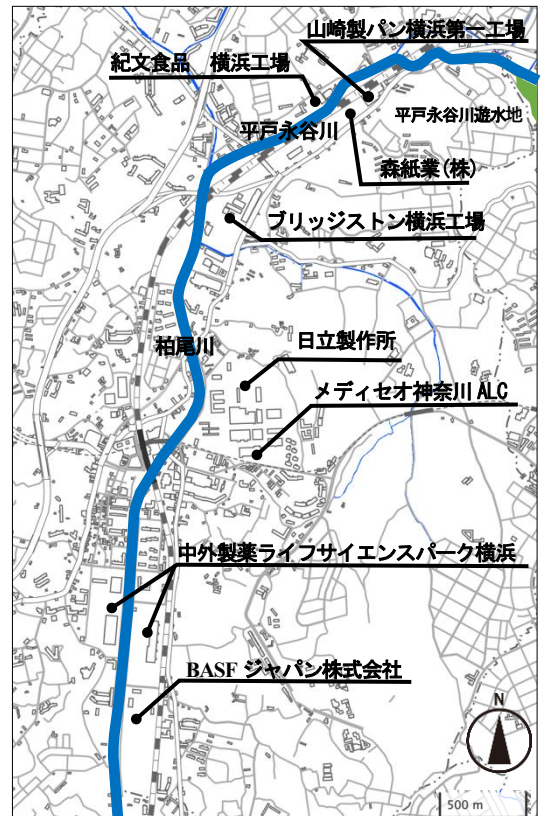


Figure.1 Location of factories along Kashiwa and Hirado-Nagaya Rivers<sup>[3]</sup>

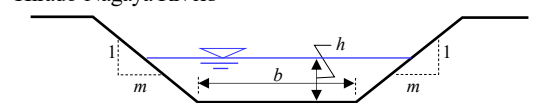


Figure.2 Schematic sketch on cross section of Kashiwa River



Photograph.1 Example of side weir (Bikuni-Bashi flood control reservoir at Shirako River in Tokyo, Japan)

1: 日大理工・院 (前)・まち 2: 日大理工・教員・まち

3. 研究結果 研究方法で記載の①～③に関する結果を示す。

①工場面積・貯留量の推算結果 工場立地法では、敷地面積9,000m<sup>2</sup>以上、または建築面積3,000m<sup>2</sup>以上の工場に適用される。工場の構成施設としては、生産施設と環境施設、その他(駐車場、事務所)となっている。環境施設の中に緑地が含まれ、その割合は国が定める値としては、環境施設が25%以上でその中に緑地の20%以上が含まれることが定められている。なお、この値は地域によって基礎自治体ごとに値が定められる<sup>10)</sup>が、ここでは国準則の20%の値を用いた。

この地域には、対象となる大規模工場はFigure.1に示すように8つあった。Table.1には、各工場の敷地面積から推算した緑地面積を示した。Figure.3は、8つの工場緑地の掘り下げ深さの変化による貯留量の変化の推算結果である。Figure.3中には、近隣の平戸永谷川遊水地(37,900m<sup>3</sup>)<sup>[11]</sup>と川和遊水地(120,000m<sup>3</sup>)<sup>[12]</sup>との比較も示してある。Figure.3に示されるように、既設遊水地に劣らない貯留能力を有することが理解される。上記計算をもとに、②と③に関する検討を行った。

②外水氾濫対策の効果の検討結果 (2)式を用いて、等流水深 $h$ の変化を試算した。流量 $Q$ は、柏尾川の計画高水流量 $Q=450\text{m}^3/\text{s}$ <sup>[13]</sup>、粗度係数 $n$ は、 $n=0.025$ (石張小水路(泥土床))<sup>[14]</sup>、河床勾配は、 $i=1/3,500$ <sup>[15]</sup>を採用した。また、水路側壁の勾配 $m$ と川底の幅 $b$ は、現地計測と地理院地図<sup>[3]</sup>の測量結果を参考に $m=2.4$ 、 $b=15\text{m}$ と設定した。Figure.4は、計画高水流量 $Q$ に対して、1%~10%と取水量を増加させていった場合の水位の低下の大きさ(棒グラフで表示)と取水可能時間(折れ線グラフで表示)を示したものである。Figure.4のように、計画高水流量から1%取水するだけでも、4時間程度、下流の水位を約4cm、10%取水すると、22分程度、約37cm下げ続けることができると示唆される。このことから、降雨量や降雨継続時間を考慮し取水量を調整する運用でさらに効果が得られるものと考えられる。

③内水氾濫対策の効果の検討結果 Figure.5は、(3)式を用いて、24時間連続降雨の中央集中型降雨波形を作成し、50cm掘り下げた場合の効果について、波形のピーク値をどのくらい低減させることができるかを表現した。なお、流域面積は、工場がある秋葉町、上柏尾町、柏尾町、吉田町、戸塚町、上倉田町、下倉田町の7カ所の町の合計面積9.101km<sup>2</sup>と仮定した。Figure.5のように、ピーク時の降雨量を14%減少できると推算できた。雨水はグレーチングが設置されている雨水桝から集水され、側溝を通過して工場緑地の遊水地に集められると想定される。しかし、既存のグレーチングを見ると枯れ葉や小石等による目詰まりが起き、本来の機能を果たしていない場合が散見される。目が大きい物を用いればよいが、設置場所によっては、歩行の障害になる場合がある。目が大きい物を用いることができない場合や目詰まりがもともと起きやすい場所においては、地域住民の理解を得て、清掃活動への協力を乞うことが望ましい。

4. まとめ 工場緑地を利用し、その土地を掘り下げ雨水や河川水を貯留し、地域の浸水被害を低減することを提案し、その有効性を示した。すなわち、外水氾濫対策の場合には、例えば、計画高水流量の1%程度を取水する場合でも約4時間にわたり4cmの水位低下を見込めることを示した。また、内水氾濫対策の場合には、計画降雨量のピーク値を14%削減する可能性を示した。

参考文献：[1] 東京都都市整備局：東京都豪雨対策基本方針、<https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp> (2023.8.13 閲覧)、[2] 戸塚夏萌、後藤浩：低地帯の都市部における工場緑地を利用した浸水レベル軽減方法の提案、第50回土木学会関東支部技術発表会、土木学会、IV-50、2023、[3] 国土地理院：電子国土WEB、<https://www.gsi.go.jp/> (2023.8.13 閲覧)、[4] 中外製薬株式会社：中外ライフサイエンスパーク横浜、<https://www.chugai-pharm.co.jp/index.html> (2023.8.13 参照)、[5] ブリヂストン：国内工場紹介、<https://www.bridgestone.co.jp> (2023.3.23 閲覧)、[6] GKK 近代建築研究所：事例集、<http://gkkae.com> (2023.8.13 閲覧)、[7] BASF ジャパン株式会社：製造・戸塚工場、<https://www.basf.com/jp> (2023.8.13 閲覧)、[8] 経済産業省：工場立地法の概要、<https://www.meti.go.jp> (2023.8.13 閲覧)、[9] 水工学委員会水理公式集編集小委員会：水理公式集 2018年度版、土木学会、2018、[10] 横浜市：横浜市下水道計画指針-2010年版-第6章雨水管理計画、<https://www.city.yokohama.lg.jp/> (2023.8.13 閲覧)、[11] 横浜市：横浜市の総合治水対策、<https://www.city.yokohama.lg.jp> (2023.8.13 閲覧)、[12] 神奈川県：鶴見川水系の紹介、<https://www.pref.kanagawa.jp/index.html> (2023.8.13 閲覧)、[13] 神奈川県：境川水系河川整備基本方針、<https://www.pref.kanagawa.jp/index.html> (2023.8.13 閲覧)、[14] 国土交通省：中小河川に関する河道計画の技術基準について、<https://www.mlit.go.jp/index.html> (2023.8.13 閲覧)、[15] 神奈川県：境川水系河川整備計画、<https://www.mlit.go.jp/index.html> (2023.8.14 閲覧)。

Table.1 Estimated results for green space in each factory

工場名	想定浸水深(m)	敷地面積(m <sup>2</sup> )	推算緑地面積(m <sup>2</sup> )
紀文食品 横浜工場	0.5~3.0	10,543	2,109
山崎製パン横浜第一工場	0.5~3.0	15,750	3,150
森紙業(株)	0.5~3.0	18,630	3,726
●ブリヂストン 横浜工場	3.0~5.0	159,000	31,800
日立製作所	3.0~5.0	132,710	26,542
●メディセオ神奈川ALC	3.0~5.0	17,290	3,458
●中外製薬ライフサイエンスパーク横浜	0.5~5.0	158,589	31,717
●BASF ジャパン株式会社	3.0~5.0	104,000	20,800

※●印は会社HP<sup>14)</sup>から敷地面積情報を入力した。これ以外は、著者が独自にgoogle earth pro用いて計測した。

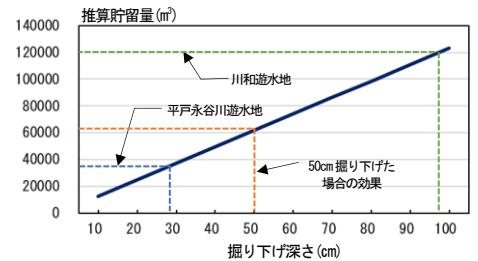


Figure.3 Estimated water storage volume by excavating depth

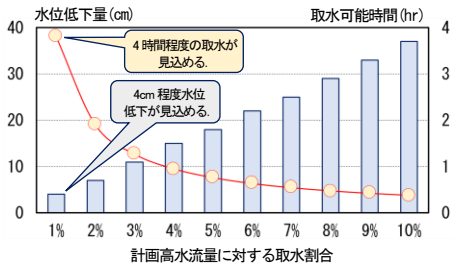


Figure.4 Relationship between volume of water intake and quantity of reducing river water level as well as usable time for water intake

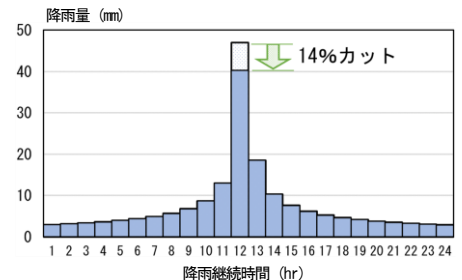


Figure.5 Expression on effect of reservoirs using green area in factories to reduce flood water by centralized hyeto-graph